

820926

50863

★ YAOGAN GAILUN

35402



★ 高等学校教材



遥感概论

《遥感概论》编写组



高等教育出版社



高等学校教材

遥感概论

《遥感概论》编写组

高等教育出版社

1985

内 容 提 要

本书为高等师范院校地理专业使用的教材，是参考教育部高等院校理科地理教材编审委员会1980年制订的《遥感概论》教学大纲并结合我国当前实际条件编写的。内容是概述遥感技术的基本原理和应用入门。

全书共分八章：第一章绪论；第二、三章是遥感物理基础与技术系统；第四、五章是航空象片与航空象片的判读；第六、七、八章是陆地卫星和卫星图象、图象处理与卫星图象的目视判读。

本书亦可供国土资源调查、环境保护、城乡规划、农业、林业、水利等部门的科技人员及师专、教育学院地理专业师生和中学地理教师参考。

高等学校教材

遥 感 概 论

《遥感概论》编写组

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

二二〇七工厂 印装

开本787×1092 1/16 印张11.5 插页2 字数250,000

1986年5月第1版 1987年2月第2次印刷

印数 9,261—17,270

书号12010·064 定价 2.10 元

编者的话

三十余年来，特别是近十多年来，现代科学技术发展很快，对于地理工作者和地理教师来说，若还仅以地图与实地观察作为研究地理的手段，已经不能满足客观形势的需要。当前，把现代遥感技术引入地理工作，使地理研究工作除了使用地图和实地观察以外，还利用卫星图象和航空象片进行观察分析，从不同角度获得一系列信息，从宏观到微观、从可见光向其它光谱段延伸，是地理学研究手段值得重视的方向之一。

1978年以来，各高等师范院校地理专业先后在自己的教学计划中将《遥感概论》列为一门课程，要求学生掌握遥感的基本理论和图象判读的技能，为使用遥感资料进行地理研究打下基础。我们在各自编写的讲义基础上，于1980年合作编写了这本《遥感概论》教材，并在二十余所学校中使用。1982年在全国高师《遥感概论》教材讨论会上，我们学习了各校编写教材的经验，听取了使用本教材的同志们提出的宝贵意见和建议。会后进一步对本教材进行了修改，并继续在教学中使用。1983年教育部高等院校理科地理教材编审委员会组织了《遥感概论》教材评选会，对本教材进行了评议，提出了许多很好的意见。我们参考了这些意见，再次进行修改，于1985年初最后定稿。

本书由北京师范大学赵淑梅同志统、定稿，福建师范大学陈由基同志、北京师范大学褚广荣同志协助统、定稿工作。全书共分八章，编写分工如下：第一、七章由河北师范大学吕国楷同志编写；第二、三章由福建师范大学洪启旺同志编写；第四、六章由内蒙古师范大学郝允充同志、福建师范大学黄宏彪同志编写；第五章由北京师范学院王文明同志编写；第八章由福建师范大学郁向阳同志编写。

参加教育部高等院校理科地理教材编审委员会《遥感概论》教材评选会的有：北京大学副教授承继成，南京大学副教授陈丙咸，华东师范大学副教授梅安新，东北师范大学讲师李太叶，西南师范学院讲师罗承泰。理科地理教材编审委员会委员、地图、遥感组副组长、东北师范大学副教授张力果等，从始至终关心本教材的编写、修改工作。我们在此表示深切的谢意。

本书定稿时，中国科学院地学学部委员、研究员陈述彭对全书进行了审阅，并提出了修改意见，我们在此表示衷心的感谢。

由于我们科学水平与实际经验不足，书中难免有不妥之处，恳请读者批评、指正。

编者 1985.4.北京

目 录

第一章 绪论	1	三、航天平台.....	34
第一节 遥感的特性及分类	1	第二节 传感器	37
一、遥感的概念.....	1	一、摄影方式传感器.....	37
二、遥感的特性.....	1	二、扫描方式传感器.....	39
三、遥感的分类.....	2	三、雷达.....	44
第二节 遥感的应用	3	第三节 遥感信息的传输与处理	46
一、农、林业方面的应用.....	3	一、遥感信息的传输.....	46
二、地质、矿产方面的应用.....	3	二、遥感信息的处理.....	47
三、水文、海洋方面的应用.....	4	思考题	48
四、环境监测方面的应用.....	5	第四章 航空象片	49
五、测绘方面的应用.....	5	第一节 航空摄影的种类	49
六、地理学研究的应用.....	6	一、按象片倾斜角分类.....	49
第三节 遥感发展的概况	6	二、按摄影的实施方式分类.....	49
一、外国遥感发展的概况.....	7	三、按感光胶片分类.....	50
二、我国遥感发展的概况.....	8	第二节 航空象片的物理特性	51
思考题	9	一、地物反射特性对象片影象的影响.....	51
第二章 遥感的物理基础	10	二、感光材料性能对象片影象的影响.....	53
第一节 电磁波与电磁波谱	10	三、象片分辨率.....	53
一、电磁波.....	10	第三节 航空象片的几何特性	54
二、电磁波谱.....	11	一、航空象片属于中心投影.....	54
第二节 太阳辐射与大气影响	14	二、象片比例尺.....	57
一、太阳辐射.....	14	三、象点位移.....	59
二、大气成分和结构.....	15	四、象片比例尺的测定.....	61
三、大气对太阳辐射的影响.....	16	第四节 航空象片的立体观察与量测	62
四、大气窗口.....	19	一、立体观察原理.....	62
第三节 地物的光谱特性	20	二、象对立体观察.....	64
一、地物的反射光谱特性.....	21	三、用立体镜进行象对立体观察.....	65
二、地物的发射光谱特性.....	23	四、在象片上量测高差.....	66
三、地物的透射光谱特性.....	29	思考题	70
第四节 彩色合成原理	29	实习 航空象片比例尺测定	70
一、加色法.....	30	实习 立体观察实习	70
二、减色法.....	30	实习 反光立体镜测定象点高程	71
三、彩色的分解与还原.....	31	第五章 航空象片的判读	72
思考题	32	第一节 航空象片判读方法	72
实习 测定地物的光谱反射率	32	一、判读标志.....	72
第三章 遥感技术系统	34	二、判读方法.....	75
第一节 遥感平台	34	三、判读程序.....	76
一、近地面平台.....	34	四、象片转绘的基本方法.....	78
二、航空平台.....	34		

第二节 居民地和道路判读80	
一、居民地判读.....80	
二、道路判读.....82	
第三节 水体判读82	
一、河流判读.....83	
二、湖泊判读.....83	
三、海域判读.....83	
第四节 地貌判读84	
一、地貌形态判读.....84	
二、流水地貌判读.....85	
三、冰川地貌判读.....88	
四、岩溶地貌判读.....88	
五、风成地貌判读.....89	
六、黄土地貌判读.....90	
七、火山地貌判读.....92	
第五节 地质判读92	
一、岩性判读.....92	
二、构造判读.....97	
第六节 植被和土壤判读101	
一、植被判读.....101	
二、土壤判读.....103	
第七节 其它航空遥感图象105	
一、彩色象片.....105	
二、红外象片.....106	
三、热红外扫描图象.....107	
四、雷达图象.....111	
思考题.....113	
实习 航空象片室内地质判读.....114	
实习 从航空象片上转绘判读内容.....115	
第六章 陆地卫星和卫星图象116	
第一节 陆地卫星116	
一、陆地卫星的运行特征.....116	
二、陆地卫星的工作系统.....117	
第二节 陆地卫星图象122	
一、陆地卫星图象的物理特性.....122	
二、陆地卫星图象的几何特性.....124	
三、陆地卫星图象的符号及注记.....125	
思考题.....127	
实习 在卫星图象上连绘经纬线网.....127	
实习 熟悉卫星图象边框符号和注记.....128	
第七章 遥感图象处理129	
第一节 光学增强处理129	

一、多波段图象的彩色合成技术.....129	
二、等密度分割加色技术.....131	
三、图象的相关掩膜增强技术.....132	
第二节 数字图象处理134	
一、数字图象的增强处理.....134	
二、数字图象的分类处理.....136	
三、数字图象处理设备.....137	
思考题.....138	
实习 彩色合成实验.....139	
第八章 卫星图象的目视判读140	
第一节 卫星图象目视判读的方法和步骤140	
一、卫星图象目视判读的方法.....140	
二、卫星图象目视判读的步骤.....141	
第二节 水体判读143	
一、水系判读.....144	
二、海岸判读.....145	
第三节 地貌判读145	
一、地貌形态判读.....146	
二、风沙地貌判读.....147	
三、黄土地貌判读.....147	
四、岩溶地貌判读.....147	
五、冰川地貌判读.....148	
六、火山及熔岩地貌判读.....148	
第四节 地质判读148	
一、构造判读.....149	
二、岩性判读.....154	
第五节 土壤、植被判读154	
一、植被判读.....155	
二、土壤判读.....159	
第六节 城镇、铁路判读164	
一、城镇判读.....164	
二、铁路判读.....164	
第七节 土地覆盖与土地利用判读164	
第八节 卫星图象判读实例165	
一、边框注记的阅读.....165	
二、图象判读.....166	
思考题.....169	
实习 典型卫星图象判读.....169	
实习 学校所在地卫星图象判读.....169	
参考文献171	
附录 地球观测实验卫星(SpoT)172	

第一章 绪 论

遥感技术是六十年代迅速发展起来的一门综合性探测技术。它是建立在现代物理学（如光学技术、红外技术、微波技术、雷达技术、激光技术、全息技术等）、电子计算机技术、数学方法和地学规律基础上的。从以飞机为主要运载工具的航空遥感发展到以人造地球卫星和宇宙飞船、航天飞机为运载工具的航天遥感，从摄影方式的传感器（Sensor）发展到扫描方式的传感器，扩大了人们的视野与观察的领域，对地球的研究与监测进入了一个新的阶段。

第一节 遥感的特性及分类

一、遥感的概念

遥感（Remote Sensing）是从远处探测、感知物体，也就是不直接接触物体，从远处通过探测仪器接收来自目标地物的电磁波信息，经过对信息的处理，识别地物。通常把从不同高度的平台（Platform）使用传感器收集地物的电磁波信息，再将这些信息传输到地面并加以处理，从而达到对地物的识别与监测的全过程，称为遥感技术。

现代遥感技术组成了一个从地面到空间、从资料数据的收集处理到判读应用的体系，包括：

- （一）研究地物电磁波辐射的特性以及信息的传输。
- （二）研究遥感信息探测手段，主要是研究传感器。
- （三）研究遥感信息的处理系统。
- （四）研究遥感信息的应用。

综上所述，遥感技术是多学科组成的边缘学科，是现代科学技术的一个重要组成部分。

二、遥感的特性

（一）空间特性——视域范围大，具有宏观特性。

运用遥感技术从飞机或人造地球卫星上获取地面的航空象片、卫星图象，比在地面上观察，视域范围要大得多，为人们宏观地研究地面各种自然现象及其分布规律提供了条件。

例如，航空象片可提供地面景物的象片并可供立体观察，图象清晰逼真、信息丰富。一张比例尺为1:35000的23×23厘米的航空象片，可以表示地面60余平方公里的实况，而且可以将连续的象片镶嵌为更大区域的象片图，以便综观全区进行分析和研究。卫星图象的视域更大，一张陆地卫星多光谱扫描图象，可以表示地面34225平方公里（相当于我国海南岛的面积）的实况，对宏观地研究地质构造等地面工作难以解决的问题，提供了有利的条件。

（二）光谱特性——探测波段从可见光向两侧延伸，扩大了人们对地物特性的研究。

遥感技术不仅能获得地物在可见光波段的电磁波信息，而且还可以获得紫外、红外、微

波等波段的信息。这样，肉眼观察不到或未被认识的地物的一些特性和现象，在不同波段的象片上可以观察到。这就扩大了人们观测的范围，加深了对事物的认识。

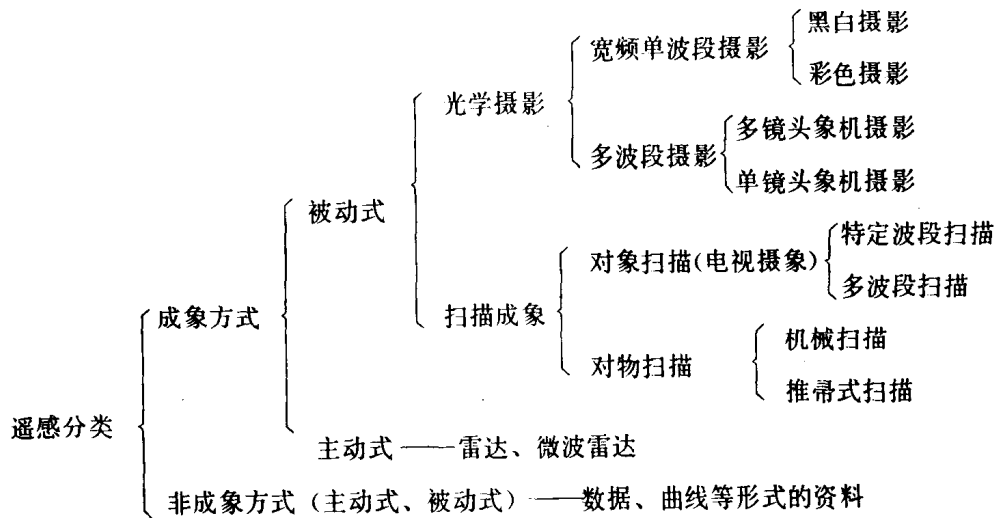
微波具有穿透云层、冰层和植被的能力，红外线能探测地表温度的变化等，从而使人们对地物的观察和研究达到全天候。

(三) 时相特性——能够周期成象，有利于动态监测和研究。

通过不同时间成象资料的对比，可以研究地面物体的动态变化，为环境监测以及研究地物发展变化的规律提供了条件。此外，还可以及时地发现作物病虫害、洪水、污染、地震、火山等灾害的前兆，为预报提供科学依据与资料。

三、遥感的分类

遥感的分类，根据标志的不同而有多种分类。如：按运载工具分，可分为地面遥感、航空遥感和航天遥感；按电磁波波段分，可分为可见光遥感、红外遥感、微波遥感等。下表是以遥感资料获取方式和传感器工作方式不同的分类。



遥感资料根据获取方式的不同，可以分为成象方式和非成象方式两大类。成象方式就是把所探测的地物辐射的电磁波强度，用深浅不同的色调构成图象，如航空象片、卫星图象等；非成象方式则是以数据、曲线等形式表现。

按传感器的工作形式，把成象方式分为被动式和主动式两类：被动式是指传感器直接探测和接收来自地物辐射的电磁波；主动式是指传感器带有能发射讯号（电磁波）的辐射源，工作时向目标物发射信号，接收目标物反射这种辐射波的强度，例如侧视雷达。

被动式传感器又可以分为光学摄影和扫描成象两类：光学摄影即一般的摄影，如航空摄影等，它是将探测到地物的电磁波信息以深浅不同的色调直接记录在感光胶片上；而扫描成象则是将所探测视场划分为若干象元，传感器按顺序接收每个象元电磁波强度，并把它转换成电信号，经过传输、处理再转换成图象，显示在屏幕上或记录在胶片上。

第二节 遥感的应用

遥感资料广泛地应用在科学技术的各个领域，以下仅就资源调查、环境监测等方面作简单介绍。

一、农、林业方面的应用

遥感在林业方面的应用主要是清查森林资源与监测森林火灾和病虫害。在农业方面的应用主要是识别各类农作物，计算其种植面积，并根据作物生长情况估计产量；在作物生长过程中分析其长势，及时地进行灌溉、施肥和收割等；当农作物受灾时，可以及时预报。

遥感资料在土地资源与土壤调查中也获得广泛应用，可使调查工作大大加速。例如菲律宾在1968年以前就开始森林调查，9年时间才完成全部工作的1/10，1977年引进遥感资料，利用30余幅卫星图象，仅4个月时间就完成了全国森林类型的划分和调查。

我国第二次土壤普查据试点地区实践证明，利用遥感资料可以提高精度、降低成本。例如，河西走廊地区清查荒地资源二千万亩的任务，原计划要用230人工作2年，经费近千万元，后来采用遥感资料只用35人历时7个月，费用仅十万元左右。

二、地质、矿产方面的应用

遥感资料为地质研究和勘查提供先进的手段，可为矿产资源调查提供重要依据与线索，对高寒和荒漠地区的地质工作提供有价值的资料等等，它在地质、矿产方面的应用是多方面的，特别是卫星遥感资料，为大区域甚至全球范围的地质研究创造了有利的条件。

过去常规的地质勘查工作都是从点、线观测着手，待汇集大量的资料后才能描述一个地区的地质特征，进而进行分析研究。利用遥感资料就可以首先从分析研究地区的遥感资料入手，然后有重点地选择若干点进行野外观察与验证。这样，不仅大大地减少了野外工作量，节省人力、物力，还加快了速度，提高了精度。据我国部分省地质局统计，填制1:200000区域地质图中，使用航空象片进行工作比用常规方法提高效率1—2倍、人员减小10—20%、经费节省50%左右。

在矿产资源调查方面，是利用遥感资料进行成矿条件的地质分析，提出矿产普查勘探的方向，指出矿区的发展前景。例如：美国利用卫星图象分析研究了加利福尼亚海岸山脉区汞矿床，揭示出新的构造线，查明了成矿条件，从而扩大了矿区的远景。我国吉林省铜矿资源较为丰富，通过对全省陆地卫星图象的分析，发现铜矿的分布与线形构造密切相关，对于开发这个地区的铜矿是有重要意义的。

卫星图象视域广阔，真实地反映各种地质现象间的关系，为显示大型的区域构造、区域构造单元间的空间关系以及进行大区域甚至全球区域地质研究创造了极为有利的条件。例如：我国利用卫星图象重新修编了1:4000000比例尺的中国构造体系图，图中展现了我国地质构造的基本骨架，显示出对一些问题新的认识和看法。此外，我国利用遥感资料并综合其它资料，编制了亚洲地质图，受到国际地质学界的重视。

在工程地质、水文地质、石油地质以及地震地质等方面，遥感资料都得到广泛地应用。

例如：山西大同某电厂选址、京山铁路改线设计等，由于从遥感资料的分析中发现过去资料中没有反映的隐伏地质构造，及时改动厂址与选择合理的铁路线路，确保了工程质量与安全。再如：1976年7月唐山地震后，中国科学院地理研究所等单位共同对北京及其邻近地区的卫星图象进行了分析，指出本地区存在五组不同方向的主要断裂带，其主干北北东向断裂与其它主干断裂构造的复合部位是应力积累释放的最有利部位，历史上破坏性地震的震中多分布在这个地区，而且是未来可能发生破坏性地震的值得注意的地区；同时还指出本地区存在相当规模的北西向断裂带，具有很强的最新的活动性，是地震地质分析中不可忽视的另一个因素。根据以上研究提供的资料，北京有关单位已加强了各重点地段的监测和预报工作。

三、水文、海洋方面的应用

遥感资料在水文学方面的应用范围是很广泛的，如水资源调查、水资源动态研究、冰雪研究以及海洋研究等等。例如：青藏高原的高山冰雪覆盖区及新疆、内蒙古浩瀚无垠的戈壁沙漠地带，人们难于到达，利用遥感资料有助于掌握这些地区的冰雪消融以及江、河、湖、沼的分布、面积、水量、水质、水文资料等。青藏高原经过300年来150多次探险考察，曾查出500多个湖泊，后来采用航空象片与卫星图象判读，不仅对这些湖泊的面积、形状修正得更加准确，还补充了地面考察遗漏的300多个湖泊。苏联利用遥感资料测得我国天山帕米尔高原积雪深度的变化，成功地预报了我国1969年该地区的特大春汛。

遥感图象用于识别含水层、判断充水断层、查明富水地貌位置（古河道、冲积扇前缘）是十分有利的。例如：天津地质局1978年利用卫星图象结合航空象片，对天津市南部一段海河古河道进行了研究，找到适合饮用的丰富浅层地下水。美国在夏威夷群岛，用红外遥感方法发现200多处地下水出露点，从而解决了该岛对淡水的需要。

海洋占地球表面积 $1/3$ 左右，它直接影响人类和动植物的生活环境。海洋不仅为人类提供运输条件，而且蕴藏极其丰富的资源。要保护海洋和合理利用海洋资源，必须对海洋进行全面地研究。传统的调查方法只能作个别点或个别区域不同时间的观测，远远满足不了需要。遥感技术为海洋研究手段的现代化提供了条件。

遥感技术已被成功地应用在海面温度、盐度、浅海水深、海流、波浪和潮汐等海洋学各要素的测量中。通过卫星图象的分析观察，人类才第一次看到了墨西哥湾流、黑潮和大洋中度涡旋的全貌。用遥感与实测相结合的方法，对中尺度涡旋动力学开展深入研究，使得人们改变了对大洋环流的传统看法。

利用卫星图象进行较大范围的海岸带地质地貌分类、滩涂面积、海岸线长度量算、河流与海洋相互作用的研究、海岸带资源开发等都具有重要意义。我国有关部门和研究单位，已在江苏、山东、辽宁、广东、浙江等省的海岸调查，以及长江、黄河、钱塘江等河口研究和沿岸工程选址方面的工作中取得了成效。在12米深度以内，长江口和黄河口的悬浮泥沙的扩散，苏北“五条沙”的形成和迁移，黄河泥沙对小青河口的影响，陆地卫星图象上都有清楚的宏观显示。

根据遥感图象可描绘海面温度场的精细结构，从中确定上升流和温度锋面的位置，观测

水团的变化和分析表层流系, 这些信息是进行海洋渔场分析的重要资料。美国有关部门每周向用户发送一次东部大陆架海区表层温度场和渔场分布图。1982年日本水产厅宣布利用卫星资料和计算机搜索秋刀鱼和金枪鱼等鱼群的试验获得成功。近年来我国水产部门十分重视利用遥感手段发展渔业的研究试验工作。

四、环境监测方面的应用

目前世界许多国家都应用遥感资料监测大气污染、土地污染、海洋污染以及各种污染导致的破坏和影响。例如: 美国利用卫星图象研究烟尘污染范围, 监测到纽约因倾倒垃圾、酸液所引起的污染范围。他们曾经利用1972年10月10日的陆地卫星图象, 发现有一股从纽约新建的国际造纸公司排入恰普林湖的污染流, 这股污染流一直流到附近的佛蒙特州, 地面的观测也证实了这个结论, 为此佛蒙特州以卫星图象为证据, 对该厂提出了法律起诉。再如: 利用航空立体摄影方法, 按一定比例测绘烟幕轮廓形状的变化, 估算有害气体的扩散方式(模式), 比直接测量示踪物质浓度, 通过物点轨迹及位置的相对变化研究扩散特征更为精确和方便。

近年来我国利用航空遥感进行了多次环境监测的应用试验, 对沈阳、长春、大连、太原、青岛、天津等城市的环境质量和污染程度, 进行本底分析和评价。包括城市热岛、烟雾扩散、水源污染、绿色植物覆盖指数以及交通量等的监测, 都取得了重要成果。在大连湾开展的“海湾石油污染航空监测技术”的研究工作中, 应用等密度分割方法来判断海面油膜的厚度差异, 可分出不同厚度的油膜, 甚至差零点几微米厚的不同油膜也能区分开来, 因而可使海面油污染半定量化。

五、测绘方面的应用

航空摄影测量已成为测绘地形图的主要方法, 并且已经发展成为完整系统的学科。当代遥感技术的发展使测绘科学又有了新的进展。

据统计, 世界现有地图中有很多资料已经陈旧, 如果采用地面测量或航空摄影测量方法更新, 其工作量是巨大的, 而且目前还存在一些较难进行测绘工作的空白点。遥感技术的发展弥补了航空摄影测量的不足。例如: 巴西亚马逊河流域有近五百万平方公里的热带雨林区人迹稀少、云雾不散, 常规地面测量与航空摄影测量都难于工作, 而应用侧视雷达技术在不到一年时间就完成了该地区比例尺为1: 400000的雷达扫描, 取得了很有价值的资料。至于陆地卫星图象, 只要对这些图象进行纠正、镶嵌就能很快地制作中、小比例尺影象地图。目前有许多国家即以航空象片、卫星图象或其它遥感图象为基本资料, 制成各种影象地图, 在实际工作中发挥了一定的作用。

根据遥感资料编绘专题地图具有很大潜力, 并已被广泛地采用。我国山西省利用不同时期的卫星图象, 仅用一年多时间就完成了全省十五万余平方公里的地质、地貌、水系、土壤、森林、草地、土地利用、土地类型、土地资源、农业自然区划等十七幅专题地图的编制, 图面类型界线准确, 分类较细, 为山西省国土整治、农业区划、能源基地建设提供了依据, 经济效益是显著的。

1984年国家遥感中心研究发展部、中国科学院遥感应用研究所利用陆地卫星图象对我国一些典型地区进行地学判读, 并编制出版《陆地卫星影象中国地学分析图集》, 总结并推动了地学研究中遥感的应。此外, 我国还利用陆地卫星图象编制了中、小比例尺的省(区)

和全国的印象地图。

美国发射的4—5号陆地卫星，增加了专题制图仪（Thematic Mapper，简称TM），其空间分辨率有了提高，光谱段区分也有了改进，对于地图测绘具有重要意义。

六、地理学研究的作用

我国国土整治、城镇规划、农业区划等等对地理学提出了新的课题，为了适应新的形势，地理学的研究手段、研究方法从技术到理论都必然发生深刻的变化。在地理学研究工作中引进现代遥感技术，对地理学的发展具有重要的意义。

遥感技术作为地理学现代化手段之一，不仅能迅速地获得大量丰富的第一手地理信息和数据，而且能科学地、准确地、及时地提供分析成果；不仅能提供局部地区的信息，而且能获得全球的信息。这就为地理学从定性到定量、从静态到动态、从整体到局部、从过程到模式研究提供了条件。

分析工作是地理学研究的重要环节之一。只有通过分析才能了解各自然要素和人文要素的关系，进而研究区域特征和改造利用的前景。地理学的这个任务促使它必须充分地应用遥感资料。地理学具有综合性和区域性的特点，而遥感图象是地面自然和社会环境的客观反映，它既表现各自然要素的制约关系，也表现人类社会和自然要素的相互影响，这种事物和现象间的相互联系，反映在遥感图象上就是相关信息，也就是说一种事物的存在与另一种事物的存在、一种现象的变化与另一种现象的变化具有不同程度的相关性。因此，对遥感图象分析，应具备综合观点，掌握地域分异规律的理论 and 知识，用因素制约关系分析、自然地理过程分析和景观结构分析的方法，对于研究影像信息与地理环境的联系是有益的，它为遥感图象的应用，提供了重要的方法论。

当前地理环境信息系统的建立是地理学发展的一个方向，地理信息系统由地理资料的采集和存贮、地理系统分析和模拟以及最后结果的输出等三个部分组成。大量的社会经济统计资料、自然地理各要素的资料、各种地图及航空、航天遥感资料，都是不可缺少的信息源。把这些信息按照标准化的编码与地理坐标存入电子计算机，由电子计算机管理，便于在国土整治、流域开发、城乡建设、环境保护等部门运用。

第三节 遥感发展的概况

如果说最早的遥感是人类开始懂得凭借眼、耳、鼻等感觉器官来感知物体的形、声、味等信息，从而辨认出物体的属性和位置的话，那么，人类自古以来就曾想方设法扩大自己感官的能力和感测范围，古代神话中的“千里眼”、“顺风耳”即是人类梦寐以求的幻想。如果说，1610年意大利科学家伽里略研制的新型望远镜对月球进行观测是遥感的萌芽，那么，1794年气球首次升空侦察，则是人类进行遥感的最初尝试，而1839年摄影术和照相机的发明，则实现了保存目标物体的信息。从此，照相机、气球和后来发明的飞机构成了初期的遥感系统，是现代遥感的雏形。

一、外国遥感发展的概况

“遥感”这个术语是美国海军研究局的伊·普鲁伊特 (Erelyn Pruitt) 最早提出来的。1962年在美国密执安大学威罗兰实验所召开的第一次国际环境遥感讨论会后被普遍采用。就现代遥感技术而言,可以说是建立在本世纪二十年代航空摄影基础之上,随着空间科学技术、电子计算机技术的发展,到六十年代以来才形成一门新兴的综合性探测技术。

在第一次世界大战中,航空摄影因军事的需要而得到发展,它是以前航空摄影和为军事侦察服务的象片判读为主要内容。在这以后逐渐地完善、发展,形成了具有独立体系的航空摄影测量学。象片判读也从军用向民用部门发展。这是遥感发展的初始阶段。

第二次世界大战进一步促进了航空摄影技术的发展,彩色摄影、红外摄影等新型感光材料相继研究成功和应用。光、电技术的发展使遥感设备、尤其是传感器得到迅速地发展,使仪器的分辨能力和探测能力大为提高,并从可见光扩展到紫外、红外等波段,丰富了人们对物体的观察内容,形成现代航空遥感体系,并成为军事侦察与自然资源调查的重要手段。

1957年苏联发射了第一颗人造地球卫星(Спутник-1),开始了一个新时期。1959年苏联宇宙飞船月球3号拍摄了第一批月球象片。六十年代苏联与美国均多次发射不同的宇宙飞船(如美国的水星、双子座,苏联的登月、探测者等)对月球、火星进行摄影,取得了月球与火星的象片。在六十年代后期,美国与苏联接二连三地登上月球。七十年代初,美国在一系列试验的基础上发射了第一颗地球资源技术卫星。苏联则在礼炮4号载人宇宙飞船上装有Kate-140摄影机,靠胶片回收取得了覆盖苏联2200平方公里的象片,到1980年已在轨道上运行两年半的礼炮6号,可以对全球所有居民区摄影。航天技术迅速地发展,各种传感器不断改进,以及电子计算机的应用,极大地开阔了人们观测地球视野,也提高了鉴别、分析和观测目标的能力,从而使人们对地球的探测、研究进入了一个崭新的阶段。

由于遥感被广泛应用并取得了显著的经济效益,遥感技术引起了世界各个国家的普遍重视。据不完全统计,现在已经有130多个国家和地区不同程度地开展了遥感工作或运用了遥感资料,许多国家建立了遥感专业研究与管理机构。国际协作与学术交流日益频繁,遥感的发展正方兴未艾,在监测、开发和管理地球环境和资源探测中发挥着越来越大的作用。

当前,美国和苏联在遥感技术方面处于领先地位。他们起步早、投资多、规模大,在一定程度上代表了遥感技术发展的水平。但是美、苏两国比较重视航天遥感,他们所发射的航天器及遥感的应用,比较偏重于军事目的。他们在外层空间的对抗以及遥感技术发展方面的竞争是激烈的。

工业较发达的西欧各国以及日本、加拿大和澳大利亚等国家在发展遥感技术中强调航空遥感与航天遥感并重,他们联合或单独发射了一些应用卫星和航天器,但是数量比美、苏要少。他们的共同特点是采取机动灵活的手段,发展多种遥感技术,如英国的“云雀”资源探空火箭、法国计划发射的地球观测实验卫星(SPOT)等等。遥感在这些国家的发展也已经具有一定的规模与水平。

广大发展中国家对遥感技术也十分重视,并已取得了一些很有实用价值的成果。这些国家在发展遥感技术方面起步晚,但是,他们能结合本国实际进行试验研究,如墨西哥、巴西、

印度、埃及、菲律宾、泰国等等，都已建立起专业化的研究中心和管理机构，形成了初具规模的遥感技术队伍。

综观当前遥感技术发展的现状和水平，可以认为遥感还是处于实验向实用过渡阶段，这个阶段的特点表现在对遥感图象资料的分析研究方面，仍以目视判读为主。虽然多波段遥感图象的光学处理技术如彩色合成、等密度分割、相关掩膜等得到了较为广泛的应用，但还是处于定性或半定量的分析。数字图象处理的设备及使用虽然得到一定的发展，但是还不能普及使用。至于数据处理的标准化，以及建立地物光谱与影象间的定量关系等理论问题，仍处于实验研究阶段。

然而，在这一阶段中，随着空间科学技术的发展，在探测和收集信息手段方面发展较快。表现在：为适应目视判读和研究动态变化的需要，对遥感图象的空间分辨率与重复周期有了提高，以及采用效率高的电荷耦合推帚式（CCD）扫描仪器代替机械扫描仪器。现在比较突出的矛盾是：软件与硬件不相适应，特别缺乏应用分析模型和软件；遥感技术与应用不相适应，必须将遥感资料纳入地理信息系统，以推动遥感的应用。因此，今后遥感发展在一定程度上依赖于遥感数据处理的标准化，以及大型自动数据综合分析技术的研究与发展。

二、我国遥感发展的概况

我国国土辽阔、地势复杂、自然资源丰富，为了查清我国土地、森林、矿产、水利等自然资源，各有关部门早在五十年代就组织了专业的飞行队伍，开展航空摄影工作，完成了我国一部分地区的大、中比例尺航空摄影工作。在此基础上我国农、林、地质、测绘、石油、水利等部门运用航空象片进行了土地资源、森林资源的调查研究、地质填图找矿、石油勘探、铁路选线、以及大型工程的选址工作，取得了初步成效，训练了队伍，总结了经验。

六十年代，我国航空摄影工作已经初具规模，完成了我国大部分地区的航空摄影工作，应用的范围也有所扩大，有关院校设立了航空摄影测量专业，使它在地质、测绘等系统得到较为全面的应用，取得了较好的成果。

七十年代以来，随着国际空间技术和遥感技术的发展，我国也有了相应地发展。七十年代初我国成功地发射了第一颗人造地球卫星，并很快地掌握了卫星回收技术，获得我国的一批卫星图象。与此同时，航空摄影也从黑白摄影发展到彩色、红外、多波段摄影等。七十年代后期购买了美国陆地卫星图象，并引进了数字图象处理系统，建立了遥感专业机构与研究所，在遥感技术的研究与应用方面都获得较大的发展。

我国遥感技术的试验与应用工作虽然起步较晚，但发展较快。近几年取得不少成果。例如：云南省腾冲地区的遥感综合试验、长春遥感试验、新疆地区红外遥感试验、北京天津地区遥感综合试验、山西农业资源遥感应用研究、内蒙古草原遥感应用研究、以及海洋遥感试验等等，都是紧密结合国民经济建设需要，解决一系列从遥感仪器的试验到应用的课题，取得了可喜的成果。最近几年，我国又在遥感仪器设备的研制、资料数据处理和遥感综合应用方面取得了进一步的发展，在实践中培养了一批从事遥感研究与实际工作的高、中级人才。此外，与国际间的遥感学术交流正日益加强，我国派人参加了国际遥感的各种会议，1981年亚洲遥感会议在北京召开，近几年中还进行了许多中、小型的学术交流活动，对发展我国的遥感技

术都有积极的作用。

思 考 题

1. 什么叫做遥感？遥感包括哪几部分内容？
2. 遥感有哪些特性？遥感运用在地理学研究中有何重要意义？
3. 遥感有哪些主要的用途？
4. 遥感发展经历了哪几个阶段？当代国外与我国遥感发展的水平如何？

第二章 遥感的物理基础

遥感技术是建立在物体的电磁波辐射的原理基础上。由于物体具有电磁辐射特性，才有可能应用遥感技术研究远距离的物体。遥感的物理基础涉及面广，但是对地学工作者来说，主要是应用遥感技术所取得的图象或磁带（经过处理）进行判读。因此，本章只介绍有关遥感资料应用中所涉及到的主要物理基础，如电磁波与电磁波谱、太阳辐射与大气影响、地物的光谱特性以及彩色合成原理等。

第一节 电磁波与电磁波谱

一、电磁波

波是振动在空间的传播。如在空气中传播的声波、在海洋中传播的水波以及在地壳中传播的地震波等，都是由振源发出的振动在弹性媒质中的传播，这些波叫做机械波。在机械波里，振动着的是弹性媒质中质点的位移矢量。而光波、热辐射波、无线电波等都是由振源发出的电磁振动在空间的传播，这些波叫作电磁波。在电磁波里，振动的是空间电场矢量 E 和磁场矢量 B （图2-1）。电场矢量 E 和磁场矢量 B 互相垂直，并且都垂直于电磁波传播方向 V 。

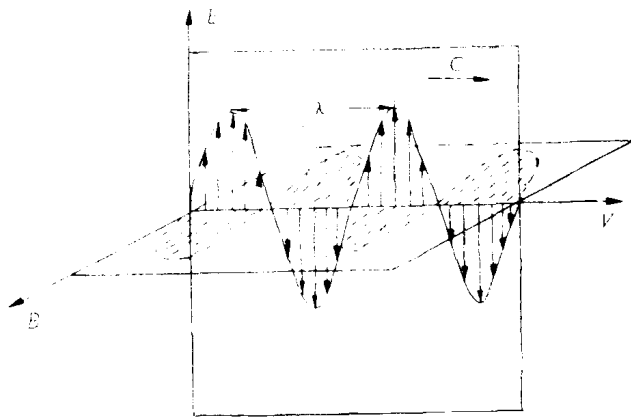


图2-1 电磁波—横波

电磁波是通过电场和磁场之间相互联系和转化传播的。即空间任何一处只要存在着场，也就存在着能量。变化的电场能够在它的周围空间激起磁场。即交变的电场与磁场是相互激发的，闭合的电力线和磁力线就象链条一样，一个一个地套连下去，在空间传播开来，如图2-2所示，就形成了电磁波。实际上电磁波振动是沿着各个不同方向传播的。从图2-2中看出，电磁波是物质存在的一种形式，它是以场的形式表现出来的。因此，电磁波的传播不需要媒质作用，即使在真空中也能传播。这一点与机械波有着本质的区别。但是两者在运动形式上都是波动，波动的共性就是用特征量（如：波长 λ 、频率 ν 、周期 T 、波速 V 、振幅 A 、位相 φ 等）来描述它们的特性。

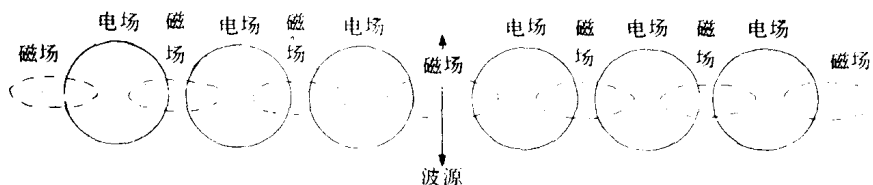


图 2-2 电磁振荡在某一方向传播示意图

由于振动的形式不同，所产生的波也不同。最基本的波动形式有两种：横波和纵波。横波是质点振动方向与传播方向相垂直的波，电磁波就是典型的横波。纵波是质点振动方向与传播方向相同的波，声波就是典型的纵波。

波动的基本特点是时、空周期性。时、空周期性可以由波动方程的波函数来表示，如图 2-3 所示。

单一波长电磁波的一般函数表达式为：

$$\psi = A \sin[(\omega t - kx) + \varphi] \quad (2-1)$$

式中：

ψ ——波函数（表示电场强度）； A ——振幅； $(\omega t - kx) + \varphi$ ——位相； φ ——初位相； $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ——圆频率； $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ ——

圆波数； t 、 x ——时、空变量（ t 表示时间， x 表示距离）。

波函数由振幅和位相组成。一般传感器仅仅记录电磁波的振幅信息，而丢失位相信息。在全息摄影中，除了记录电磁波的振幅信息，同时也记录位相信息。

二、电磁波谱

实验证明，无线电波、红外线、可见光、紫外线、X射线、 γ 射线等都是电磁波，只是波源不同，因而波长（或频率）也各不相同。按电磁波波长的长短（或频率的大小），依次排列制成的图表叫做电磁波谱，图 2-4 电磁波谱，表示遥感所用的波段。

在电磁波中，波长最长的是无线电波，无线电波又因波长不同，分为长波、中波、短波、超短波和微波。其次是红外线、可见光、紫外线，再次是X射线，波长最短的是 γ 射线。各电磁波波长（或频率）之所以不同，是由于产生电磁波的波源不同。例如，无线电波是由电磁振荡发射的。而红外线、可见光、紫外线、X射线、 γ 射线是由分子、原子、核子等电粒子在改变运动状态或能级跃迁时发射出来的。

电磁波谱中，各种类型的电磁波，由于波长（或频率）范围的不同，它们的性质就有很大差别（如在传播方向性、穿透性、可见性和颜色等方面的差别）。例如，可见光直接对眼睛起作用，红外线能克服夜障，微波可穿透云、雾、烟、雨等。但它们也具有共同点：

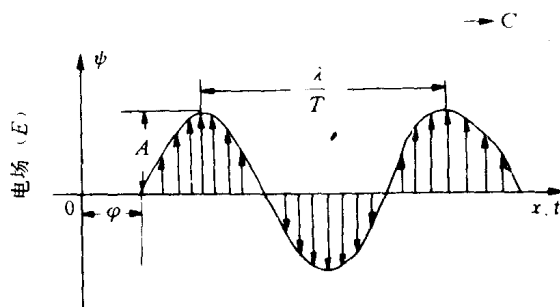


图 2-3 波函数图解